



управляем
предприятием



АВТОМАТИЗАЦИЯ СУДОСТРОИТЕЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Часть 1

**Особенности и подходы
к управлению производством**



Александр Громцев

Начальник управления ИТ «Судостроительного завода «Вымпел»». Свыше 10 лет проработал в судостроительной отрасли. Лауреат премии «Проект года» в 2014–2015 гг. за разработки ИТ-систем (судостроение). Один из основателей клуба ИТ-директоров «ЯИТы».



Андрей Мироненко

Руководитель проектов автоматизации внедренческого центра «Раздолье». Работал в качестве СІО на нескольких промышленных предприятиях. Участвовал в проектах автоматизации предприятий на базе «1С:ERP Управление предприятием 2».

Судостроение — это крайне сложное производство, сопоставимое по сложности с ракетно-космической отраслью, а по длительности работ превосходящее авиапромышленность. Одна из первых задач по преодолению технологической отсталости российских судостроительных заводов, которую нужно решить, — это задача организации автоматизированной системы конструирования-планирования и учета на предприятии. Без этого сейчас невозможно говорить о каком-либо реальном прогрессе в отрасли. В статье мы приведем пример автоматизации судостроительного завода «Вымпел» на базе системы «1С:Управление производственным предприятием 1.3». А также расскажем о модельном примере автоматизации судостроительного предприятия на базе системы «1С:ERP Управление предприятием 2».

Если взглянуть на индустриальную историю России, то начало судостроительной отрасли было заложено в тот момент, когда Петр I решил строить корабли. Страна получила серьезный аргумент в военных спорах, а судостроение стало двигателем прогресса, позволило развиваться другим отраслям промышленности, активно способствовало торговле. Началась эпоха великих географических открытий восточных территорий Российской Империи: был изучен Дальний Восток, открыта Аляска.

С развитием авиации и космической отрасли судостроение перестало быть самой сложной отраслью производства, но так или иначе способность государства строить собственные корабли, военные или гражданские, — это тот признак, без которого нельзя говорить о современной, состоявшейся промышленности и экономике.

Одна из первых задач, которую нужно решить, — задача организации автоматизированной системы конструирования-планирования и учета на предприятии. Без этого сейчас невозможно говорить о каком-либо реальном прогрессе в отрасли.

В конце 80-х СССР имел второй по численности флот на планете, он уступал только флоту США. Численность одних только военно-морских сил страны составляла 1561 корабль. Одновременно на верфях строилось два авианосца (один из них атомный), 11 атомных подводных лодок с баллистическими ракетами, 18 многоцелевых атомных подводных лодок, семь дизельных подводных лодок, два ракетных крейсера (в том числе один атомный), 10 эскадренных миноносцев и больших противолодочных кораблей. При строительстве авианосцев в городе Николаеве (разрабатывался новаторский на тот момент метод работ — технология модульной сборки кораблей, который позволял существенно снизить стоимость работ и срок изготовления судна.

К сожалению, затем наступили 90-е, страна потеряла существенную часть своего научного и промышленного потенциала, судостроение оказалось среди тех отраслей производства, которые пострадали больше всего. Причин тому множество, среди главных:

1. рентабельность судостроительной отрасли тесно связана с объемом выпуска — судостроительное предприятие получает прибыль, только если оно выпускает несколько однотипных кораблей. В судостроении это называется серией. Экономика СССР предполагала крупносерийную работу, когда одновременно заказывалось не менее трех-пяти судов. С началом 90-х объёмы закупок резко сократились: обычной стала ситуация, когда серия состояла из одного головного корабля, предприятие делало его в лучшем случае по себестоимости, а часто и в убыток;
2. судостроение СССР предполагало серьезную межотраслевую кооперацию; в условиях строящейся рыночной экономики произошел распад сложившихся связей, часть предприятий оказалась на территории других стран, где на государственном уровне было решено свернуть судостроение. Живой пример тому — судостроительные верфи Николаева, одни из самых крупных в СССР, которые были полностью уничтожены в течение нескольких лет после признания независимости Украины;
3. судостроение СССР было тесно связано с оборонно-промышленным комплексом страны — практически всегда гражданские и военные корабли строились на одних и тех же верфях, и военные инвестиции и разработки шли на развитие гражданского производства. С началом эпохи разоружения объем гособоронзаказа со-

кратился и чаще всего стал связан не со строительством новых судов, а с ремонтом или модернизацией существующих. Как следствие заводы лишились одного из важных направлений сбыта, остановилось развитие производства.

В последние годы ситуация в судостроительной отрасли России начала активно меняться в лучшую сторону: было принято несколько законодательных актов, которые усилили надзор за техническим состоянием судов, возникла необходимость в их модернизации для обеспечения безопасности судоходства. Международная ситуация потребовала срочного перевооружения военно-морского флота РФ, появились новые крупные госзаказы. Но эти, безусловно, положительные события также показали существующую техническую отсталость многих верфей страны. Как и технологии, методы работы судостроительных предприятий России практически не менялись с момента распада СССР, в то время как судостроение остальных морских держав продолжало активно развиваться.

Без автоматизации невозможно произвести предварительный расчет изготовления судна качественно и оперативно — в лучшем случае предприятие будет подбирать схожие проекты, которые уже изготавливались, и давать приблизительную оценку стоимости по аналогии.

Это отставание отчасти можно устранить за счет приобретения нового производственного оборудования. Возможен переход на новые технологии строительства судов (например, крупноблочно-модульные работы). Но одна из первых задач, которую нужно решить, — задача организации автоматизированной системы конструирования-планирования и учета на предприятии. Без этого сейчас невозможно говорить о каком-либо реальном прогрессе в отрасли. Чтобы это высказывание не было голословным, далее мы опишем особенности работы современного судостроительного предприятия, а также обсудим различия российских и мировых практик (на основе опыта посещения ведущих судостроительных предприятий Германии и Южной Кореи).

Особенности работы судостроительных предприятий

Рассмотрим процесс работы современного судостроительного предприятия. Его можно разделить на пять общих этапов:

- конкурс;
- проектирование;
- подготовка производства;
- производство;
- техническое обслуживание и модернизация.

1. Конкурс. Заказчик объявляет конкурс на изготовления корабля. В этот момент зачастую ещё нет точных чертежей конструкций будущего судна, но есть определенные технические требования к нему — габаритные размеры, вместимость, скорость, показатели прочности, дальности плавания, автономности плавания, уровня автоматизации, комфортности пассажирских и служебных помещений. Возможно, есть эскизный проект, разработанный под требования заказчика тем или иным конструкторским бюро.



На этом этапе судостроители, участвующие в конкурсе, должны оперативно предоставить заказчику информацию о стоимости и сроках изготовления корабля (серии). У судостроительного завода может быть высококвалифицированный персонал и налажено современное производство, но если он не сумел своевременно произвести расчет изготовления судна и прислать предложение на конкурс, он проигрывает — конкуренция на этом рынке крайне высокая.

Без автоматизации невозможно сделать эту работу качественно и оперативно — в лучшем случае предприятие будет подбирать схожие проекты, которые уже изготавливались, и давать приблизительную оценку стоимости по аналогии. Но если это новый проект, то быстрая оценка без автоматизации вообще невозможна.

На практике часто получается так, что полный комплект конструкторской документации на корабль становится доступен только после окончания работ по строительству. В результате непредсказуемо меняются затраты на проект, меняются сроки готовности работ, высока доля брака и переделок.

2. Проектирование. После того как предприятие выиграло конкурс, требуется оперативно разработать проектную документацию на корабль и начать производство. Работа по проектированию судна крайне сложная, длительная (до года), часто ее передают в сторонние специализированные конструкторские бюро. Стоит такая работа очень дорого.

Проектирование современного корабля невозможно без автоматизации, и чем лучше организован этот процесс, тем быстрее и дешевле мы получим результат — проектную документацию на корабль. Это серьезное конкурентное преимущество, которое недоступно многим судостроителям: корейские верфи, например, вынуждены отдавать разработку сложных проектов на аутсоринг в США и Европу.

И здесь есть один очень интересный момент: западные и корейские судостроительные компании не начинают работать до тех пор, пока не будет полностью разработана проектная документация на весь корабль. То есть завод может восемь месяцев ждать получения полной конструкторской документации, и только после этого он приступит к работе. Это как раз подтверждает важность серийного выпуска в судостроении: если мы выпускаем один корабль, то в его себестоимости существенную часть займут работы по проектированию; если мы выпускаем два одинаковых корабля, то стоимость распределится между ними — чем больше кораблей в серии, тем ниже затраты по проектированию, тем ниже цена судна для заказчика.

В России пока работа ведется по-другому — малое количество кораблей в серии заставляет предприятие вести проектирование и строительство судна параллельно, в лучшем случае с небольшим опережением процесса проектирования. На практике часто получается так, что полный комплект конструкторской документации на корабль становится доступен только после окончания работ по строительству. В результате непредсказуемо меняются затраты на проект, меняются сроки готовности работ, высока доля брака и переделок. Победить эту проблему только техническими средствами невозможно — нужно пересматривать организацию работ. Однако несколько практических рекомендаций, как снизить негативный эффект, мы дадим в этой статье.

3. **Подготовка производства.** После того как получена конструкторско-технологическая документация на корабль, производится подготовка производства. В силу масштаба работ это достаточно трудоемкий и длительный процесс, который может занимать недели и месяцы, а также потребовать существенных затрат в капитальное строительство и переоборудование построечных мест. Эти работы также нужно планировать и контролировать, что без автоматизации сделать крайне затруднительно.

У завода должны быть удобные автоматизированные средства, чтобы вести электронное «досье» выпущенного корабля, где хранится информация о конструкции, технологии, техническом обслуживании, рекламациях, проведенных модернизациях и прочем.

4. **Производство.** Сам процесс судостроения ещё более сложен, ведь он представляет собой комбинацию из позаказного уникального производства (иногда и НИОКР) и серийного производства. В работе участвует множество цехов, иногда даже таких экзотических, как мебельные. Работы должны выполняться своевременно: недопустимо не только отставание, но и опережение графика — готовые узлы такого размера не так просто хранить. С процессом производства тесно увязан процесс снабжения — по тем же причинам все закупки должны иметь точную привязку ко времени потребности. Здесь без автоматизации планирования работ и оперативного учета их результата обойтись просто невозможно.

5. **Техническое обслуживание и модернизация.** Судно готово и спущено на воду, но работы предприятия по данному проекту ещё не завершены: кораблю требуется регулярное техническое обслуживание, производится модернизация судна — всё это должно происходить под надзором, а иногда и на территории предприятия изготовителя. У завода должны быть удобные автоматизированные средства, чтобы вести электронное «досье» выпущенного корабля, где хранится информация о конструкции, технологии, техническом обслуживании, рекламациях, проведенных модернизациях и прочем.

Ещё один важный момент: каждая серия чаще всего имеет целевое финансирование, особенно в случае работы на ОПК по гособоронзаказу. То есть, кроме выпуска корабля в срок и с должным качеством, предприятие должно предоставить заказчику полную информацию о том, куда и в каком количестве были потрачены выделенные средства. Вести такой учет на бумаге или даже в Excel невозможно — здесь требуются современные комплексные средства автоматизации.

Как видно, все этапы работы современного судостроительного предприятия требуют использования ИТ. Во второй части статьи речь пойдет о возможности использования программных продуктов компании «1С» для задач планирования и учета в судостроительной отрасли. Но сначала посмотрим на современные методы управления производством и их реализацию в продуктах «1С».



Современные методы управления производством

Стандарты управления производством

Управление производством можно условно разделить на несколько разделов:

1. планирование потребностей в материальных ресурсах (материалах, полуфабрикатах, деталях и т. д., необходимых для выпуска продукции);
2. планирование потребности в производственном персонале;
3. планирование потребности в производственном оборудовании;
4. выдача производственных заданий согласно определенным планам;
5. контроль качества выполняемых работ и производимой продукции;
6. учет результатов работ.

Постройка корабля – это сочетание «тянущих» методов управления на верхнем уровне с плановым «выталкивающим» производством отдельных цехов. Невозможно организовать полностью позаказное производство на таком масштабе.

Один из наиболее простых стандартов управления производством — MRP (Material Requirements Planning) — охватывает только планирование и учет материальных ресурсов. Программа, соответствующая стандарту MRP, должна на основании заданного плана производства и текущих материальных запасов на складах рассчитывать план необходимого материального обеспечения (закупок). Этот стандарт поддерживался в конфигурации «1С:Управление производственным предприятием 1.3» и получил свое дальнейшее развитие в «1С:ERP Управление предприятием 2».

Стандарт MRP со временем эволюционировал в новую версию — MRP 2. Эта версия существенно расширена, она предполагает управление не только материальными запасами, но и прочими потребностями производства (персоналом, оборудованием), планирование не только в материальном, но и в денежном выражении дает возможность формировать производственные задания, вести учет, оценивать результаты работ и контролировать качество. Управление вышло за пределы производства, и теперь необходимо увязывать возможности производства с возможностями снабжения и сбыта. Потребности предприятия должны быть увязаны с доступным объемом финансирования. Организация работ на предприятии в соответствии с этим стандартом требует комплексного осмысления всех протекающих процессов и их взаимодействий. На первый план выходит планирование действий и лишь затем их исполнение и учет. Этот стандарт поддерживается только в одном программном продукте компании «1С» — «1С:ERP Управление предприятием 2».

Методы планирования в производстве

Для простоты представим, что мы выпускаем металлоконструкции. На нашем предприятии есть три цеха — заготовительный, сварочный и сборочный, и его производственная цепочка выглядит так, как показана на рис. 1.



Рис. 1. Производственная цепочка предприятия по выпуску металлоконструкций.

Как в такой ситуации можно запланировать работы? Самый простой вариант — получить плановый объем продаж от службы сбыта, составить план производства для сборочного цеха, на основании потребностей сборочного цеха составить план производства сварочного цеха, а затем — план производства заготовительного цеха. Таким образом, мы составили планы работ всех цехов и можем приступить к работе.

Этот поход к планированию производства называется выталкивающим: каждый производственный участок стремится выполнить свой план работ и «вытолкнуть» свой результат дальше по производственной цепочке. Основной особенностью выталкивающего подхода к управлению является наличие планов производства и снабжения, заданных на определенный период.

Альтернатива такому подходу — «тянущая» методика планирования. Вернемся к исходному примеру. Представим, что мы определили для каждого цеха норму производственных запасов в цеховых кладовых. Аналогичную норму мы определили для склада готовой продукции. В случае, если объем запасов падает ниже нормы, формируется задание на пополнение. Для склада готовой продукции формируется задание на пополнение для сборочного цеха (заказ на выпуск готовой продукции), от сборочного цеха задание идет в сварочный цех и так далее по производственной цепочке. Мы как бы «вытягиваем» необходимые материальные потоки в зависимости от фактических продаж.

На данный момент «вытягивающий» подход к планированию считается наиболее прогрессивным, экономически выгодным и оптимальным с точки зрения задействованных материальных ресурсов. Мы не тратим материалы зря, всякое производство имеет конкретное назначение. Но он достаточно «наукоемкий» — предприятие должно оперативно балансировать спрос, производственную загрузку, материальные потоки и запасы.

Существует ряд известных концепций управления производством, основанных на «вытягивающем» подходе к планированию:

- бережливое производство (Lean Production);
- производство «точно в срок» (Just in Time);
- канбан.

Из всех продуктов «1С» только «1С:ERP Управление предприятие 2» поддерживает как «выталкивающий», так и «тянущий» варианты построения планов.



Уровни планирования

Каждый производственный цех в своем составе чаще всего имеет ряд производственных участков. Производственными участками для сварочного цеха из приведенного примера могут быть, например, автоматизированные сварочные линии, на которых изготавливаются узлы будущих металлоконструкций. Предположим, что у нас в цехе три такие линии под разные типы узлов, то есть три производственных участка.

План производства, переданный сварочному цеху, содержит в себе перечень необходимых узлов, но не содержит конкретных указаний, на каком участке какой узел должен быть выпущен. Это просто план выпуска на определенный период. Такой план ещё называют межцеховым. В тот момент, когда встает вопрос, на каких участках какая работа будет выполняться и в какой момент это должно происходить, мы говорим уже о внутрицеховом плане.

Факт выполнения работ в судостроении тоже требует сложного подтверждения: процесс выпуска отдельного модуля судна может длиться несколько месяцев, здесь долгое время нет готового изделия, чтобы подтвердить факт выполнения работ.

Иначе говоря, можно выделить два уровня планирования:

1. планы верхнего уровня — межцеховые планы, они содержат объемы выпуска для цеха в целом;
2. внутрицеховые планы, которые расшифровывают планы цеха до производственных заданий конкретного рабочего участка.

Этот подход, конечно, достаточно условный, ничто не мешает нам сразу составить подробный план на все предприятие с детализацией до каждого производственного участка. Но проработка такого плана может занять много времени. А если фактическое исполнение работ на отдельном участке будет требовать регулярного перерасчета плана всего предприятия, то это может быть просто невоз-

можно из-за ограничений вычислительных ресурсов. Двухуровневый подход к планированию дает определенное зонирование: проблемы одного цеха, не выходящие за его пределы, не влияют на работу других цехов.

Такой подход был общепринятым на крупных советских заводах. Существовала служба ПДО (планово-диспетчерский отдел), которая входила в производственную дирекцию предприятия. Она готовила межцеховые планы на период. А в каждом цехе был один или несколько диспетчеров (иногда они составляли планово-диспетчерское бюро цеха), которые отвечали за выдачу производственных заданий по рабочим центрам (производственным участкам) в соответствии с запланированным объемом работ всего цеха.

Из описания этой двухуровневой модели планирования может показаться, что речь идет только о «выталкивающем» методе управления производством — ведь постоянно говорится о неких планах. Но это не так, план работ цеха может быть и заявкой на пополнение запасов в рамках «вытягивающего» подхода к планированию. И уже эта заявка будет детализироваться до внутрицеховых производственных заданий.

Двухуровневый подход к управлению производством активно используется и сейчас для средних и тем более таких больших предприятий, как судостроительные. Система «1С:ERP Управление предприятием 2» в полном объеме поддерживает двухуровневый подход к планированию, более того, на уровне внутрицехового планирования имеет широкий выбор инструментов управления производственными ресурсами.

Особенности управления производством в судостроение

Теперь, после экскурса в теорию управления производством, можно вернуться к специфическим вопросам автоматизации судостроительной отрасли в России. Можно выделить четыре особенности.

1. **Постройка корабля** — это сочетание «тянущих» методов управления на верхнем уровне (всё судостроительное предприятие работает с одной целью — построить судно) с плановым «выталкивающим» производством отдельных цехов. Вызвано это тем, что невозможно организовать полностью позаказное производство на таком масштабе — всегда часть работ будет производиться по плану в рамках какой-то заданной кратности выпуска. Это может быть вызвано как технологическими, так и финансовыми ограничениями.
2. **Планирование и нормирование работ.** Важную роль в управлении судостроительным производством играет двухуровневый подход к планированию: на межцеховом уровне задаются реперные точки проекта (срок готовности работ по цехам), а уже внутри цеха ведется точное распределение работ по рабочим центрам. Но специфично для РФ то, что производительность основных цехов традиционно измеряется не в объемах доступного рабочего времени, а тоннах металла, которые могут быть переработаны в цехе за период. С аналогичной проблемой приходится сталкиваться и при нормировании работ — нормы трудоемкости привязаны к тонне перерабатываемого металла.
3. **Контроль выполнения.** Факт выполнения работ в судостроении тоже требует сложного подтверждения: процесс выпуска отдельного модуля судна может длиться несколько месяцев, здесь долгое время нет готового изделия, чтобы подтвердить факт выполнения работ. Поэтому предприятию нужно тщательно контролировать сам процесс изготовления модуля. Используемый подход в чем-то похож на «процентку» в строительстве. Традиционно контроль ведется по нескольким параметрам:
 - проценту готовности модуля, которую заявляет начальник цеха;
 - проценту готовности модуля, который подтверждает ОТК;
 - проценту потребления материалов (план/факт по модулю);
 - проценту начисления зарплаты сотрудникам цеха, изготавливающим модуль (контроль план/факт по модулю).

При этом, как мы уже писали выше, работы производства должны быть полностью сбалансированы с логистикой — как внутренней, так и внешней: материалы и узлы должны закупать и поставяться своевременно в нужном объеме и нужного качества. В общем, судостроение — это крайне сложное производство, сопоставимое по сложности с ракетно-космической отраслью. По длительности работ оно превосходит авиапромышленность, по сложности сравнима с ней.

В следующей части статьи мы приведем пример автоматизации «Судостроительного завода "Вымпел"» на базе системы «1С:Управление производственным предприятием 1.3». А также расскажем о модельном примере автоматизации судостроительного предприятия на базе системы «1С:ERP Управление предприятием 2», который специалисты внедренческого центра «Раздолье» готовили для одного из судостроительных заводов России.